

## **Rancang Bangun Prototipe Pompa Centrifugal Rotary Sliding Vane Untuk Materi Praktik Manufaktur**

**Aryo Satito<sup>1)</sup>, Hariyanto<sup>2)</sup>, dan Supandi<sup>3)</sup>**

<sup>1)2)3)</sup>Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang

Jl. Prof. H. Sudarto, SH. Tembalang, Semarang

aryosatito@gmail.com

### **Abstract**

The Applied Undergraduate Program in Production and Maintenance Mechanical Engineering has been operating in the Mechanical Engineering Department since the 2013-2014 academic year has 2 studies concentrations, namely Production Concentration and Maintenance Concentration. As time goes by, the industrial world requires the graduates are able to perform competencies in the fields of production and maintenance. Therefore, students must be equipped with practical materials that cover these two competencies. In this research, a workpiece is designed to carry out several aspects of machining with a high level of accuracy and precision, and also includes aspects of maintenance techniques that are very much needed when testing the performance of the workpiece. The prototype of centrifugal rotary sliding vane pump is chosen as a manufacture practice material at sixth semester will be able to meet the demands of the machining competency aspect because this workpiece is an assembly of several components with a high level of precision. Meanwhile, the aspect of maintenance competence students will be able to perform performance testing after the workpiece has been made and assembled completely. The results of this research is a unit of centrifugal rotary sliding vane pump's prototype with the ability to move liquids of 290 cc/minute at 440 rpm.

(**Keywords:** concentration, machining, pump, centrifugal, competence)

### **Abstrak**

Program Studi Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan (STTMPP) mulai beroperasi di Jurusan Teknik Mesin sejak tahun ajaran 2013-2014. Pada awal dilaksanakannya program studi ini menggunakan Kurikulum 2013 yang memiliki 2 konsentrasi studi, yaitu Konsentrasi Produksi dan Konsentrasi Perawatan. Seiring berjalannya waktu, dunia industri menghendaki lulusan yang mampu melakukan kompetensi di bidang produksi maupun perawatan. Oleh sebab itu mahasiswa harus dibekali dengan materi praktik yang mencakup kedua kompetensi tersebut. Dalam Penelitian Terapan Kompetitif 2021 ini dilakukan perancangan benda kerja yang mencakup beberapa aspek pemesinan dengan tingkat akurasi dan kepresisian tinggi, serta juga mencakup aspek teknik perawatan yang sangat dibutuhkan pada saat melakukan uji kinerja benda kerja. Prototipe pompa *Centrifugal Rotary Sliding Vane* yang merupakan materi praktek manufaktur akan mampu memenuhi tuntutan aspek kompetensi pemesinan karena benda kerja ini merupakan rakitan beberapa komponen dengan tingkat kepresisian yang tinggi. Sedangkan dari aspek kompetensi perawatan, mahasiswa akan mampu melakukan pengujian kinerja setelah benda kerja selesai dibuat dan dirakit. Hasil dari penelitian rancang bangun adalah 1 unit prototipe pompa *Centrifugal Rotary Sliding Vane* dengan kemampuan memindahkan cairan sebesar 290 cc/menit pada 440 rpm.

(**Kata kunci :** konsentrasi, pemesinan, pompa, centrifugal, kompetensi)

## **PENDAHULUAN**

Program Studi Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan (selanjutnya, disingkat prodi STTMPP) mulai beroperasi di Jurusan Teknik Mesin sejak tahun ajaran

2013-2014. Pada awal dilaksanakannya program studi ini menggunakan Kurikulum 2013, dan kurikulum ini menerapkan 2 pilihan konsentrasi yaitu Konsentrasi Produksi dan Konsentrasi Perawatan bagi mahasiswa pada saat mahasiswa sudah mencapai semester ke 5 dan seterusnya.

Tetapi pada perkembangannya, dunia industri pengguna lulusan prodi STTMPP menghendaki bahwa lulusan program studi ini harus mampu menangani permasalahan produksi maupun permasalahan perawatan di pabrik, sehingga pembagian konsentrasi dirasakan sudah relevan lagi. Oleh karena itu, sejak Tahun Akademis 2018–2019 prodi STTMPP tidak lagi menyelenggarakan pendidikan dengan pilihan dua konsentrasi bagi mahasiswanya.

Karena dunia industri menghendaki lulusan yang mampu melakukan kompetensi di bidang produksi dan perawatan, maka mahasiswa harus dibekali materi praktik manufaktur yang mencakup kedua kompetensi tersebut.

Berdasarkan tuntutan tersebut di atas, maka benda kerja yang akan dibuat oleh mahasiswa pada saat menjalani kuliah Praktik Manufaktur (421-182-609) di semester 6 haruslah benda kerja yang dapat mewakili kompetensi teknik produksi maupun kompetensi teknik perawatan. Dan untuk dapat membuat benda kerja yang mencakup kompetensi teknik produksi dan teknik perawatan maka mahasiswa harus dapat membuat benda kerja *assembling* yang terdiri dari rangkaian komponen-komponen benda kerja dengan tingkat kepresisian yang tinggi. Kemudian rangkaian komponen bagian benda kerja ini dirakit untuk kemudian diuji berdasarkan kompetensi teknik perawatan.

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan yang telah diuraikan di atas, maka dalam penelitian terapan kompetitif ini ditentukan untuk membuat prototipe pompa Centrifugal Rotary Sliding Vane sebagai materi Praktik Manufaktur bagi mahasiswa prodi STTMPP semester 6. Yang menjadi pertimbangan dipilihnya benda kerja ini adalah karena prototipe pompa ini terdiri dari serangkaian komponen bagian pompa yang harus dibuat dengan tingkat kepresisian yang tinggi. Selain hal itu, tingkat kehalusan permukaan komponen pompa juga akan sangat berpengaruh pada kinerja prototipe pompa ini.

Dan penggunaan Teflon (Politetrafluoroetilena, PTFE ) untuk material *sliding vane* yang dikenal sebagai material yang memiliki koefisien gesek paling kecil dari semua benda padat (Kameda, et al, 2018)

Selain daripada itu, untuk memenuhi kriteria kompetensi di bidang teknik perawatan, maka dalam penelitian ini juga dibuat *test bed* untuk menguji kinerja prototipe pompa.

Dengan demikian ketika penelitian terapan kompetitif ini selesai dilaksanakan, mahasiswa akan mampu membuat dan menguji kinerja prototipe pompa *Centrifugal Rotary Sliding Vane* buatan mereka sendiri serta kemudian membuat analisis hasil uji kinerja pompa dalam sebuah laporan ilmiah. Adapun luaran dari penelitian ini adalah Teknologi Tepat Guna di bidang pompa sentrifugal dan data-data hasil penelitian yang akan dipublikasikan dalam bentuk artikel ilmiah pada Jurnal yang ber-ISSN.

Penelitian yang dilakukan adalah untuk menghasilkan prototipe pompa yang metode penghisapan fluidanya menggunakan sarana *sliding vane* dengan kelebihan terletak pada penggunaan material *teflon* untuk membuat *vane* pompa. Material Teflon (Politetrafluoroetilena, PTFE ) dikenal sebagai material yang memiliki koefisien gesek paling kecil dari semua benda padat (Kameda, et al, 2018)

### **Perumusan Masalah**

Perumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengembangkan metode **pemompaan fluida dengan cara pergeseran sudu pada alur piringan rotor pompa.**
- b. Merancang dan merealisasikan **prototipe pompa centrifugal rotary sliding vane.**
- c. Membekali alumni program studi Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang dengan **kemampuan manufaktur dan juga kemampuan perawatan sebagaimana yang dikehendaki oleh dunia industri.**

### **Tujuan Penelitian**

Secara spesifik tujuan khusus dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengembangkan prototipe pompa **centrifugal rotary sliding vane** sebagai sarana pemindah fluida dalam skala laboratorium maupun skala industri.

- b. Merancang dan merealisasikan prototipe pompa *centrifugalrotary sliding vane* sebagai materi mata kuliah Praktik Manufaktur bagi mahasiswa prodi STTMPP semester 6 yang mempunyai aspek kompetensi produksi dan aspek kompetensi perawatan.
- c. Mengkaji kinerja peralatan yang mencakup kapasitas hisap pompa, mekanika pada pompa, dan kelayakan pompa secara ekonomi
- d. Memperkenalkan metode pemompaan fluida dengan metode *sliding vane*, mengingat selama ini pada pompa jenis *rotary* hanya menggunakan metode *fix vane*.

### **Pompa**

Pompa adalah peralatan hidrodinamik yang mengubah energi mekanik yang ada pada perangkat pompa diubah menjadi energi potensial dan kinetik dalam fluida. Pompa juga memungkinkan fluida untuk mengalir dari suatu daerah dengan tekanan rendah ke salah satu daerah yang bertekanan tinggi, atau mengalir dari tingkat rendah ke tingkat yang lebih tinggi, dan juga fluida mengalir dengan lebih cepat. Pompa juga dikenal sebagai mesin yang dirancang untuk memindahkan fluida dan menambah energi padanya

Terdapat 2 kategori utama pompa sesuai dengan desain dan prinsip operasi:

- Pompa rotodinamik
- Pompa perpindahan positif.

Dan prototipe pompa *Centrifugal Rotary Sliding Vane* termasuk dalam kelompok pompa perpindahan positif atau *positive displacement pump*. (Sarkar, 2016)

Sedangkan menurut Stan, et al (2018), pompa sentrifugal banyak digunakan di industri terutama di bidang minyak dan gas bumi transportasi cairan. Pada umumnya, pompa dirancang untuk mentransfer fluida fase tunggal (misalnya, air) dengan laju aliran tinggi dan tekanan yang relatif rendah jika dibandingkan dengan jenis pompa lainnya. Sebagai bagian dari fitur konstruktifnya, pompa sentrifugal mengandalkan *seal* untuk mencegah masuknya udara ke dalam rotor selama operasi normalnya.

Jilani dan Razali (2018), menyatakan bahwa karena pompa sentrifugal bekerja dengan kecepatan konstan, maka tekanan air dalam pipa menjadi tinggi saat kebutuhan air rendah. Tekanan maksimum di dalam pipa adalah 28,24 psi yang cukup tinggi dan

melebihi standar perpipaan. Konsumsi daya juga tetap konstan sekitar 0,500 kWh ketika kebutuhan air rendah yang menyebabkan pemborosan energi.

Dan menurut Zhou, et al (2020) ketika aliran fluida dalam saluran tidak bergerak dan pompa masih beroperasi, maka tekanan dalam pipa saluran fluida akan meningkat yang akan dapat memicu terbentuknya gas atau fase uap pada air. Campuran air dan uap air dalam satu ruangan akan dapat menimbulkan kavitas yang dapat merusak pipa.

Semua permasalahan tersebut diatas terjadi pada pompa jenis sentrifugal yang menggunakan sudu tetap atau *fixed vane*. Agar tidak terjadi permasalahan seperti yang diuraikan diatas maka melalui penelitian terapan kompetitif ini diterapkan metode penghisapan fluida dengan menggunakan *sliding vane* untuk menggantikan metode pemompaan yang menggunakan metode *fixed vane*.

## METODE PENELITIAN

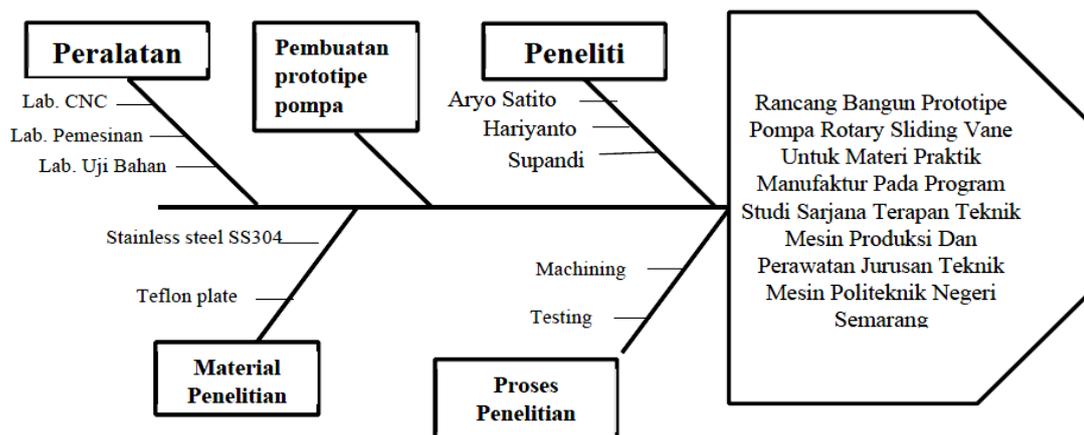
### Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan yang telah dilakukan sebelumnya adalah sebagai berikut:

- Studi pustaka dengan mengeksplor berbagai informasi tentang jenis-jenis pompa sentrifugal yang adapada berbagai jurnal internasional bereputasi untuk menyusun *road map* penelitian.
- Survey* ke pasaran atau penyalur baja tahan karat (*stainless steel*) di Semarang untuk mendapatkan informasi jenis material tersebut yang ada di pasaran.
- Merancang dan merealisasikan prototipe pompa *Centrifugal Rotary Sliding Vane*.
- Uji kinerja prototipe pompa

### Diagram ISHIKAWA Penelitian

Langkah-langkah penelitian yang dilakukan dapat di uraikan secara singkat dalam



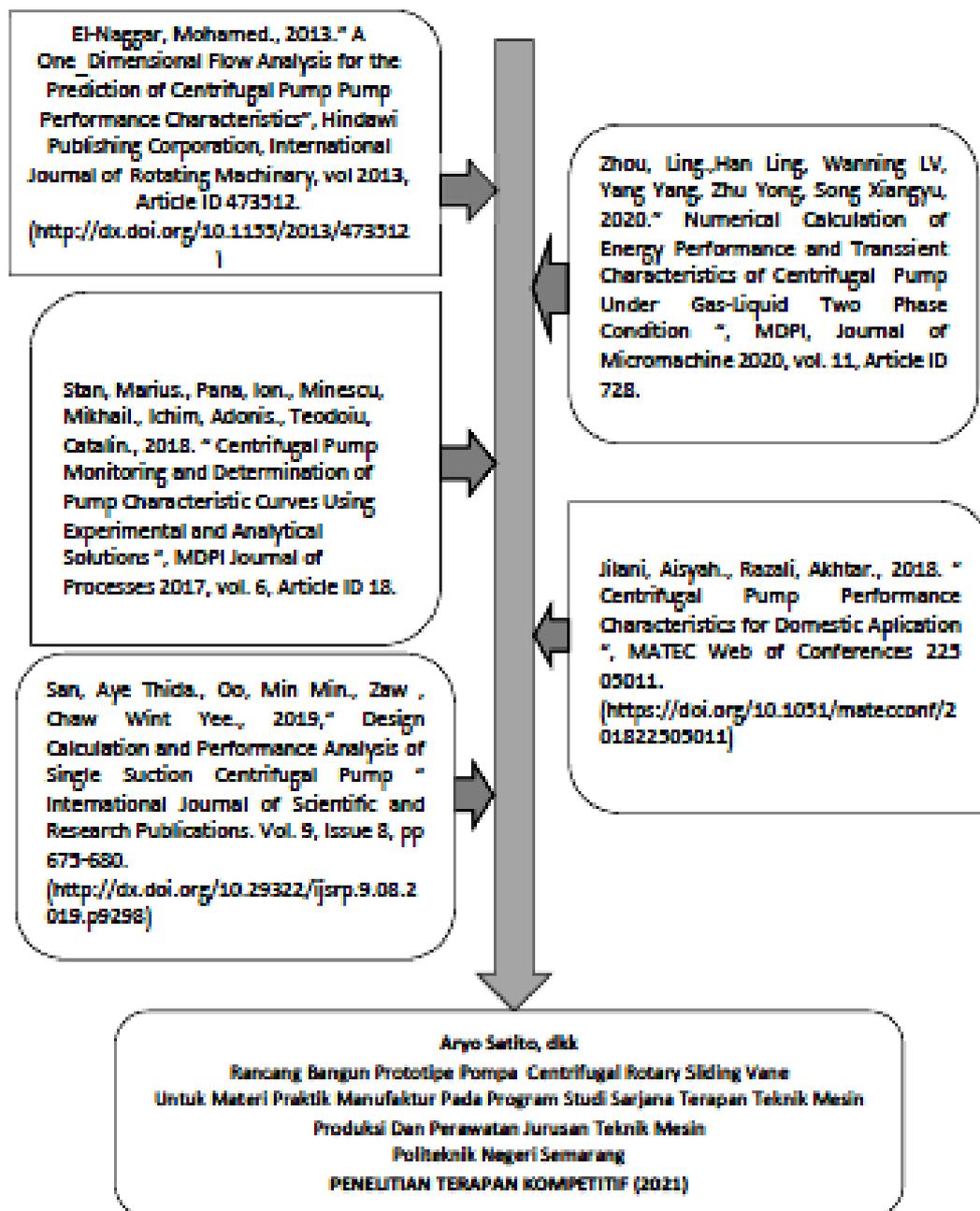
bentuk diagram ISHIKAWA berikut.

### **Gambar** Diagram ISHIKAWA penelitian

#### ***Road Map* Penelitian**

*Road map* atau peta jalan penelitian ini ditujukan untuk menentukan langkah-langkah penelitian agar tujuan awal penelitian, yaitu merancang dan merealisasi prototipe pompa *Centrifugal Rotary Sliding Vane* yang mudah dioperasikan dan ekonomis dalam merealisasikan karena tanpa menggunakan komponen yang diproduksi secara cor logam yang sangat mahal.

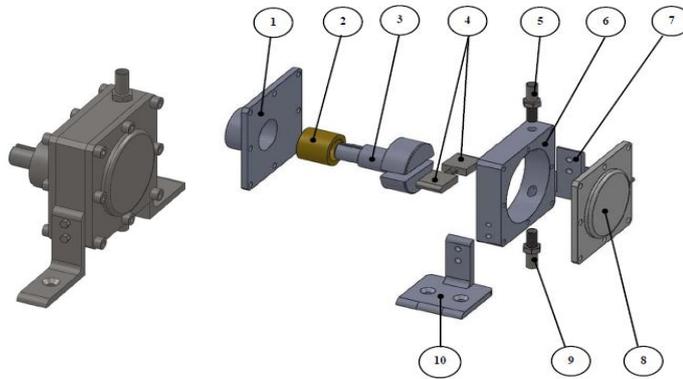
Secara skematis, *road map* penelitian dapat dilihat pada diagram di halaman berikut.



**Gambar 1**Road Map Penelitian.

## Prototipe Pompa Centrifugal Rotary Sliding Vane

Agar kedua aspek kompetensi teknik produksi dan teknik perawatan dapat terpenuhi, maka rancangan prototipe prototipe Pompa Centrifugal Rotary Sliding Vane dapat



### Keterangan :

1. Rear Cover
2. Bushing
3. Poros Rotary
4. Teflon Sliding Vane
5. Delivery Nipple
6. Pump Body
7. Side Stand 1
8. Front Cover.
9. Suction Nipple
10. Side Stand 2

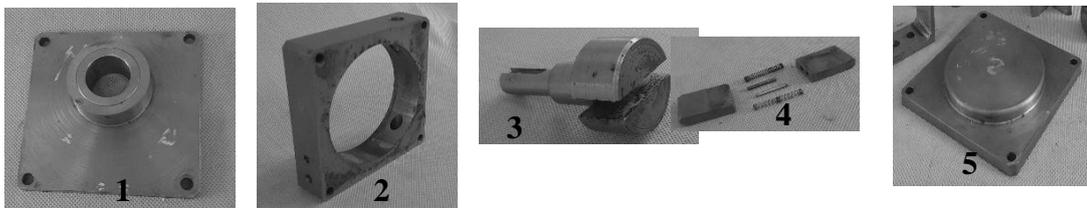
direalisasikan segera.

(a) Rancangan Pompa (b) Komponen Pompa

**Gambar 3** Rancangan prototipe pompa Centrifugal Rotary Sliding Vane

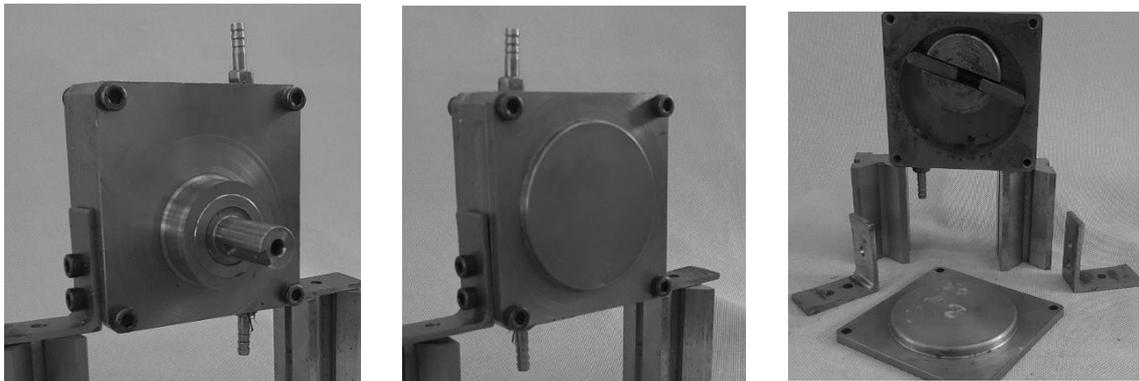
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Realisasi Rancangan



**Gambar** *Komponen* prototipe pompa Centrifugal Rotary Sliding Vane

Keterangan : 1. Rear cover 2. Pump body 3. Poros rotary  
4. Sliding vane assembly 5. Front cover



**Gambar** Prototipe pompa Centrifugal Rotary Sliding Vane



**Gambar** : Peralatan Uji Kinerja Kapasitas Pompa

**Gambar** : Proses Uji Kinerja Kapasitas Pompa

**Tabel** Hasil Pengujian Kinerja Pompa

No.	Pengujian ke -	RPM	Waktu (detik)	Volume (ml)
1	1	1440	60	0
2	5	1440	60	935
3	10	1440	60	965
4	15	1440	60	900
5	520	1440	60	920

Hasil uji kinerja pompa menunjukkan debit rata-rata yang masih rendah, yaitu 930 ml. Hal ini disebabkan kelonggaran antar komponen (*clearance*) terlalu besar sehingga terdapat kebocoran yang mengakibatkan daya hisap pompa berkurang. Selain hal tersebut, kehalusan dinding silinder dalam dari komponen Pump Body juga masih jauh dari standar kehalusan menurut ISO, yaitu N6.

## SIMPULAN

- Satu unit prototipe pompa *Centrifugal Rotary Sliding Vane* telah dapat direalisasikan sesuai rancangan awal dan dapat berfungsi untuk menghisap air
- Hasil uji kinerja pomabelum sesuai dengan yang diharapkan, karena untuk menghaluskan permukaan dalam benda kerja hanya menggunakan proses pembubutan ditambah pengamplasan saja.
- Agar kemampuan penghisapan prototipe pompa dapat meningkat, dibutuhkan peralatan untuk menghaluskan dinding silinder dalam dari komponen Pump Body.

## PENGHARGAAN

Tim pelaksana program Penelitian Terapan Kompetitif 2021 menghaturkan penghargaan dan terimakasih kepada :

- Politeknik Negeri Semarang yang telah mendanai kegiatan ini.

2. Ir. Supriyadi, MT. selaku Direktur Politeknik Negeri Semarang
3. Dr. Ir. Tedjo Mulyono, MT selaku Kepala P3M Politeknik Negeri Semarang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Armitage, Joseph B., et al., “ Machinery’s Handbook (22<sup>nd</sup> ed.), 1987, Industrial Press. NY USA, ISBN 0-8311-1155-0. pp. 1748-1752
- El-Naggar, Mohamed., 2013.” A One\_Dimensional Flow Analysis for the Prediction of Centrifugal Pump Pump Performance Characteristics”, Hindawi Publishing Corporation, International Journal of Rotating Machinery, vol 2013, Article ID 473512. (<http://dx.doi.org/10.1155/2013/473512>)
- Jilani, Aisyah., Razali, Akhtar., 2018. “ Centrifugal Pump Performance Characteristics for Domestic Aplication “, MATEC Web of Conferences 225 05011. (<https://doi.org/10.1051/mateconf/201822505011>)
- San, Aye Thida., Oo, Min Min., Zaw , Chaw Wint Yee., 2019,“ Design Calculation and Performance Analysis of Single Suction Centrifugal Pump “ International Journal of Scientific and Research Publications. Vol. 9, Issue 8, pp 675-680. (<http://dx.doi.org/10.29322/ijsrp.9.08.2019.p9298>)
- Stan, Marius., Pana, Ion., Minescu, Mikhail., Ichim, Adonis., Teodoiu, Catalin., 2018. “ Centrifugal Pump Monitoring and Determination of Pump Characteristic Curves Using Experimental and Analytical Solutions “, MDPI Journal of Processes 2017, vol. 6, Article ID 18.
- Zhou, Ling., Han Ling, Wanning LV, Yang Yang, Zhu Yong, Song Xiangyu, 2020.” Numerical Calculation of Energy Performance and Transsient Characteristics of Centrifugal Pump Under Gas-Liquid Two Phase Condition “, MDPI, Journal of Micromachine 2020, vol. 11, Article ID 728.